




PHOTOMULTIPLIER AND ELECTRON MULTIPLIER

Patent number: JP6150876
Publication date: 1994-05-31
Inventor: KATO HISAYOSHI; others: 05
Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK
Classification:
- **International:** H01J43/18
- **European:**
Application number: JP19920298608 19921109
Priority number(s):

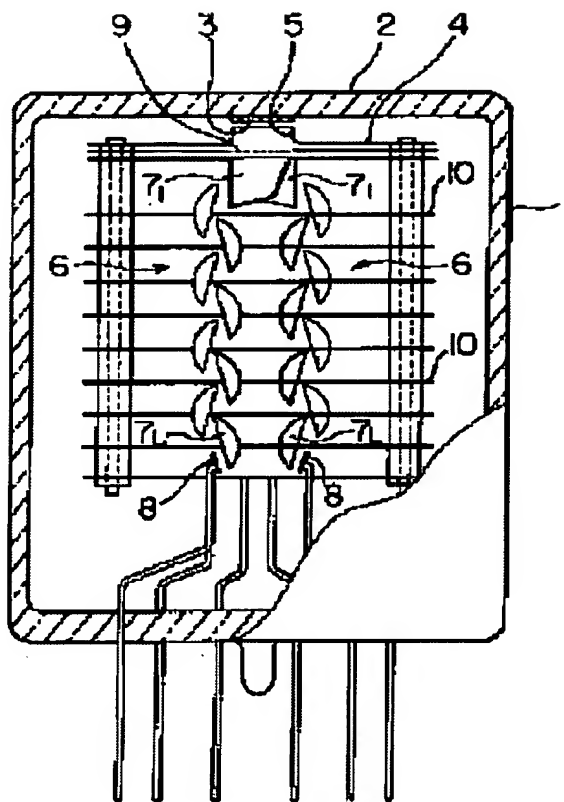
Also published as:

 EP0597667 (A1)
 US5481158 (A1)
 EP0597667 (B1)

Abstract of JP6150876

PURPOSE: To prevent cross talk between rows of dynodes due to electron leakage in a linear multinode photomultiplier or an electron multiplier on which a plurality of measuring beams and energy-rays of electrons, ions, etc., are incident one-dimensionally.

CONSTITUTION: Regarding a transmission-type photomultiplier, the direction of secondary electrons of a dynode 71 in a first stage of each row of dynodes 6 is set to be 180 deg. opposite to that of a dynode of neighboring row of dynodes. Consequently, the neighboring rows of dynodes are not set face to face but shifted in transverse direction by a prescribed distance. As a result, even if electrons leak from one row of dynodes, the leaking electrons do not come in the dynodes of the neighboring row and thus cross talk can be prevented.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-150876

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

(51)IntCl³

H 0 1 J 43/18

識別記号

庁内整理番号

4230-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-298608

(22)出願日 平成4年(1992)11月9日

(71)出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 加藤 久喜

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 木村 末則

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 中津川 清

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

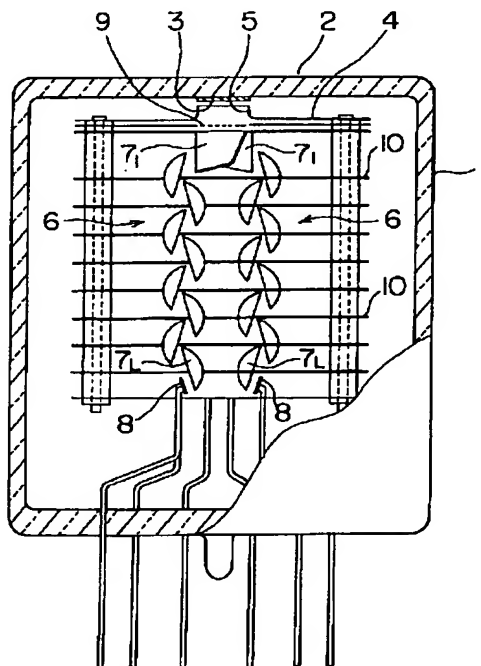
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電子増倍管及び電子増倍管

(57)【要約】

【目的】 複数の測定光や、電子・イオン等のエネルギー線が一次元に入射されるリニアマルチアノード光電子増倍管ないしは電子増倍管に関し、その目的は、漏れ電子によるダイノード列相互間のクロストークを防止することにある。

【構成】 透過型光電子増倍管の場合、各ダイノード列(6)の第1段ダイノード(7₁)の二次電子放射方向を、隣接のダイノード列とは180度反対向きとしたことを特徴とする。これにより、隣合うダイノード列同士が正対することはなく、横方向に一定の距離でずれた位置関係となる。従って、あるダイノード列のダイノード間から電子が漏出しても、その漏れ電子が隣接のダイノード列内に入り込むことはなく、クロストークが防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定光が入射される入射窓を一端面に有する透光性の密閉容器と、前記入射窓の内側に一次元配列で形成された複数の透過型光電面と、第1段ダイノードの光電子入射口が前記透過型光電面のそれぞれに対向する位置に配置されたダイノード列と、前記ダイノード列の最終段ダイノードからの二次電子を捕獲すべく前記ダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える光電子増倍管において、隣合う前記ダイノード列の前記第1段ダイノードの二次電子放出方向が180度反対向きとなるように前記ダイノード列を配置したことを特徴とする光電子増倍管。

【請求項2】 測定光が入射される入射窓を一端面に有する透光性の密閉容器と、前記密閉容器の内部に配置され、かつ、前記入射窓に対向する位置にて測定光入射口が一次元に配列された複数の反射型光電面と、前記反射型光電面のそれぞれに対応して設けられたダイノード列と、前記ダイノード列の最終段ダイノードからの二次電子を捕獲すべく前記ダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える光電子増倍管において、隣合う前記反射型光電面の光電子放出方向が180度反対向きとなるように前記反射型光電面を配置したことを特徴とする光電子増倍管。

【請求項3】 電子・イオン等のエネルギー線が入射される第1段ダイノードのエネルギー線入射口が一次元に配列された複数のダイノード列と、前記ダイノード列の最終段ダイノードからの二次電子を捕獲すべく前記ダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える電子増倍管において、隣合う前記ダイノード列の前記第1段ダイノードの二次電子放出方向が180度反対向きとなるように前記ダイノード列を配置したことを特徴とする電子増倍管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、二次電子放出効果により電子を増倍するダイノード列を有する光電子増倍管又は電子増倍管に関し、より詳細には、複数の測定光ないしは電子やイオン等のエネルギー線が入射される部分が一次元に配列されたいわゆるリニアマルチアノード光電子増倍管及び電子増倍管に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図10及び図11は従来のリニアマルチアノード光電子増倍管の一例を示している。この光電子増倍管は、ガラスバルブ1の一端面に測定光を受ける入射窓2が形成されたヘッドオン型である。入射窓2の内側には、入射測定光を光電子に変換するための透過型光電面3が一次元配列で形成されている。ガラスバルブ1の内部には1枚の集束電極4が入射窓2に平行に配置され、この集束電極4の光電面3に対向する位置には開口5が一次元配列で形成されている。複数の測定光が各光

電面3に入射して光電子が発生すると、その光電子は開口5を通過して対応のダイノード列6に導かれる。図示の光電子増倍管におけるダイノード列6はいわゆるラインフォーカス型であり、光電子は各段のダイノード7の二次電子放出効果により増倍され、その増倍された二次電子は最終的には出力信号として陽極8で捕獲されるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の光電子増倍管においては、図12に明示するように、全てのダイノード列6が同一方向に配置されている。即ち、同段に位置するダイノード7の二次電子放出方向は全て同一方向（図12でX方向）に向けられている。また、各ダイノード列6のダイノード7間には、電圧差を与えるため、間隙が形成されている。このため、各ダイノード列6に形成される間隙と、それに隣接するダイノード列6の間隙とは互いに対向関係となる。従って、各ダイノード列6のダイノード7間から二次電子の一部が横方向（図12でY方向）に漏出する場合があります、その漏れ電子が隣接のダイノード列6のダイノード7間に入り込み、いわゆるクロストーク（漏話）を生じさせることがある。かかるクロストークは、各ダイノード列6の独立性を損ね、測定光の検出精度を低下させるものである。

【0004】上記の光電子増倍管は入射窓の内側に光電面を有する透過型であるが、反射型の光電子増倍管についても同様なクロストークの問題がある。反射型の光電子増倍管は、入射窓の内側には光電面を持たず、図10の光電子増倍管のダイノード列6の第1段ダイノード7₁（添字は段数）を、反射型光電面を有する光電陰極に置換したものに相当する。従来の反射型光電子増倍管は、光電陰極に続くダイノード列が全て同一方向に向けられているので、上記の透過型光電子増倍管と同様、クロストークが生じていた。

【0005】また、電子やイオン等のエネルギー線を増倍して検出する従来のリニアマルチアノード電子増倍管も、ダイノード列の配置は上記の光電子増倍管と実質的に同じであるので、クロストーク防止の要請がある。

【0006】そこで、本発明の目的は、漏れ電子によるダイノード列相互間のクロストークを防止することのできるリニアマルチアノード型の光電子増倍管及び電子増倍管を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、透過型のリニアマルチアノード光電子増倍管に適用されている。即ち、測定光が入射される入射窓を一端面に有する透光性の密閉容器と、入射窓の内側に一次元配列で形成された複数の透過型光電面と、第1段ダイノードの光電子入射口が透過型光電面のそれぞれに対向する位置に配置されたダイノード列と、ダイノード列の最終段ダ

イノードからの二次電子を捕獲すべくダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える光電子増倍管において、隣合うダイノード列の第1段ダイノードの二次電子放出方向が180度反対向きとなるようにダイノード列を配置したことを特徴としている。

【0008】また、請求項2に係る発明は、反射型のリニアマルチアノード光電子増倍管に適用されるものであり、測定光が入射される入射窓を一端面に有する透光性の密閉容器と、密閉容器の内部に配置され、かつ、入射窓に対向する位置にて測定光入射口が一次元に配列された複数の反射型光電面と、反射型光電面のそれぞれに対応して設けられたダイノード列と、ダイノード列の最終段ダイノードからの二次電子を捕獲すべくダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える光電子増倍管において、隣合う反射型光電面の光電子放出方向が180度反対向きとなるように反射型光電面を配置したことを特徴としている。

【0009】更に、請求項3に係る発明は、電子・イオン等のエネルギー線が入射される第1段ダイノードのエネルギー線入射口が一次元に配列された複数のダイノード列と、ダイノード列の最終段ダイノードからの二次電子を捕獲すべくダイノード列のそれぞれに対応して設けられた陽極とを備える電子増倍管において、隣合うダイノード列の第1段ダイノードの二次電子放出方向が180度反対向きとなるようにダイノード列を配置したことを特徴とする。

【0010】

【作用】請求項1～3に記載の発明のいずれの場合も、第1段ダイノードの二次電子放出方向ないしは反射型光電面の光電子放出方向を隣接のものと180度反対方向とすることで、各ダイノード列は隣接のダイノード列から一定の距離ずれた位置関係となる。従って、或るダイノード列の間隙から二次電子の一部が漏出して、隣接のダイノード列の内部に入り込むことはない。これにより、漏れ電子によるダイノード列相互間のクロストークが防止され、各ダイノード列の独立性が向上する。

【0011】

【実施例】以下、図面と共に本発明の好適な実施例について詳細に説明する。なお、先に説明した従来構成と同一又は相当部分には同一符号を付けることとする。

【0012】図1及び図2は本発明に従った好適な実施例の透過型リニアマルチアノード光電子増倍管を示している。図において、符号1は、透光性の密閉容器、具体的にはガラスバルブであり、その一端面には複数の測定光が入射される入射窓2が形成されている。各入射窓2の内側には複数の透過型光電面3が形成され、一次元、即ち一列に配列されている。また、ガラスバルブ1の内部には、光電面3からの光電子を受光し二次電子放出効果によりこれを増倍するためのダイノード列6が、各光電面3に対して1組ずつ設けられている。ダイノード列

6の第1段ダイノード7₁の光電子入射口は光電面3に対向して配置され、よって、これも一次元配列となっている。光電面3とダイノード列6との間には1枚の集束電極4が配置され、各ダイノード列6の光電子入射口に隣接部分には、光電子の入口となる開口5が形成されている。各ダイノード列6の最終段ダイノード7_nの前部には、そこから出射される二次電子を収集するための陽極8が配置されている。尚、図中、符号9はメッシュ電極であり、集束電極4の開口5から入射した光電子を、逆流させることなく、第1段ダイノード7₁内に確実に誘導するためのものである。

【0013】この実施例で用いられているダイノード列6はラインフォーカス型と呼ばれる型式であり、全て同一構成をとっている。各ダイノード列6におけるダイノード7は、その湾曲壁部の凹面（二次電子放出面）が対向するようにして、測定光の入射方向に沿って千鳥配列に配置されている。同じ段に位置するダイノード7は1枚の導電性の支持板10によって支持されており、図示しないが、ブリーダ抵抗によって同一の電圧が印加されるようになっている。

【0014】本発明によれば、隣接するダイノード列6は交互に逆方向に向けられている。即ち、図3に明示するように、一のダイノード列6aにおける第1段ダイノード7₁の二次電子放出方向がX方向に向けられている場合、そのダイノード列6aに隣接するダイノード列6bの第1段ダイノード7₁の二次電子放出方向は180度反対方向（-X方向）とされる。このような配置とすることで、ダイノード列6aは隣接のダイノード列6bからX方向に一定の距離を置いて配置されることとなる。この配置は他のダイノード列6についても同様である。

【0015】次に、上記構成において、本発明の光電子増倍管の作用について説明する。

【0016】ガラスバルブ1の入射窓2に複数の測定光が入射すると、各測定光は対応の光電面3により光電子に変換される。この光電子は集束電極4の開口5を通過して対応のダイノード列6の第1段ダイノード7₁に入射し、その二次電子放出面に衝突することで二次電子が放出される。この二次電子は更に第2段以降のダイノード7により順次増倍され、最終的に陽極8で収集されて出力信号として光電子増倍管の外部に出力される。

【0017】ここで、図3におけるダイノード列6aについてみると、二次電子がダイノード列6a内を伝播中、その二次電子の一部がダイノード7間の間隙から横方向（図3ではY方向）に漏出する場合がある。しかしながら、このダイノード列6aに隣接するダイノード列6bは、X方向にずれた位置関係となっており、ダイノード7間の間隙もダイノード列6aのものからは遠く離れているため、ダイノード列6aからの漏れ電子が隣接のダイノード列6bに混入することではなく、クロスト

クの発生が防止される。従って、各ダイノード列6の分離性、独立性は極めて優れており、各光電面3に入射した測定光の検出結果は、他の測定光による影響を受けていない精度の高いものとなる。

【0018】次の表1は、図10及び図11に示す従来*

表1

出力 チャンネル 測定光入射 チャンネル	1 CH	2 CH	3 CH	4 CH	5 CH	6 CH
1 CH	—	0.21%				
2 CH	0.24%	—	0.22%			
3 CH		0.24%	—	0.22%		
4 CH			0.27%	—	0.20%	
5 CH				0.24%	—	0.39%
6 CH					0.17%	—

【0020】また、表2は、図1及び図2に示すものと
同型式の6チャンネル光電子増倍管のクロストーク発生
率を表したものである。

※【0021】

【表2】

※

表2

出力 チャンネル 測定光入射 チャンネル	1 CH	2 CH	3 CH	4 CH	5 CH	6 CH
1 CH		0.04%				
2 CH	0.09%		0.03%			
3 CH		0.10%		0.07%		
4 CH			0.04%		0.03%	
5 CH				0.05%		0.08%
6 CH					0.02%	

【0022】これらの表1及び表2から、本発明の構成を採ることによりクロストークが大幅に低減することが分かる。

【0023】上記実施例の光電子増倍管に用いられているダイノード列6はラインフォーカス型であるが、本発明はこれに制限されるものではない。例えば、図4の光電子増倍管におけるダイノード列16は、第1段及び第2段が四半円筒形のダイノード17₁、17₂を用い、

* 構成の6チャンネル光電子増倍管のクロストーク発生率を表したものである。

【0019】

【表1】

第3段以降はベネシアンブラインド型となっている。その他の構成要素は上記実施例と同一であるので、同一符号を付し、その説明は省略する。図4から明らかなように、隣合うダイノード列16は位置がずれており、横方向の漏れ電子が隣接のダイノード列16に混入することはない。

【0024】また、図5は、全段がベネシアンブラインド型のダイノード列26を用いた本発明による光電子増

7

倍管を示している。このダイノード列26は上記実施例の場合とは異なり、図6に明示するように、第2段ダイノード27、の二次電子放出方向も第1段ダイノード27、の二次電子放出方向と同じとされている。従って、隣合うダイノード列26a、26b間のX方向の距離は更に広がり、漏れ電子の混入防止効果が更に向上されている。

【0025】上記の種々の実施例は全て透過型光電子増倍管に関するものである。しかしながら、本発明は反射型光電子増倍管についても適用可能である。

【0026】図7は本発明が適用された反射型光電子増倍管の一実施例を示すものである。この光電子増倍管の基本的な構成は透過型光電子増倍管と近似しているが、ガラスバルブ1の入射窓2の内側には光電面を有しておらず、また、集束電極もない。図7において、符号30は四半円筒形の光電陰極であり、その凹面に反射型光電面31が形成されている。入射窓2から入射した測定光は、メッシュ電極9を通過した後、光電陰極30の光電面31に当たり、光電子を発する。この光電子は、近接メッシュ型ダイノード列36に導かれ、二次電子放出効果により増倍されて、陽極8で捕獲される。

【0027】光電陰極31の測定光入射口は一次元に配列されているが、その光電子放出方向は隣接のものとは180度反対向きとなっている。従って、光電陰極30に続くダイノード列36は、隣接のダイノード列36と交互に逆向きとなり、上記の透過型光電子増倍管と同様、ダイノード列36相互間のクロストークが防止される。

【0028】この反射型光電子増倍管にも種々の型式があり、図8はその一例である。図8の光電子増倍管においては、反射型光電面41を有する光電陰極40、及び、ダイノード列46の第1段ダイノード47、はベネシアンブラインド型となっており、ダイノード列46の第2段以降は近接メッシュ型となっている。光電陰極40の光電面41の光電子放出方向が隣接のものと180度反対向きとされ、隣合うダイノード列46の位置がずらされていることは、図から容易に理解されよう。

【0029】図9は、電子やイオン等のエネルギー線を検出するためのリニアマルチアノード電子増倍管を示している。電子増倍管は透過型光電子増倍管からガラスバルブ、光電面及び集束電極4を取り除いたものに相当する。図示実施例における電子増倍管は、いわゆるボックス型のダイノード列56を複数備え、その第1段ダイノード57、のエネルギー線入射口は一次元に配列されている。本発明はこのような電子増倍管に対しても適用可能であり、各ダイノード列56の第1段ダイノード57、の二次電子放出方向は隣接のダイノード列56の第1

8

段ダイノード57、と180度反対向きとされている。従って、各第1段ダイノード57、のエネルギー線入射口に電子等のエネルギー線が入射した場合には、上記の光電子増倍管のダイノード列6の部分での作用と全く同様に、ダイノード57間の間隙から漏出した電子が隣接のダイノード列56に混入することがない。ダイノード列56内を増倍された電子は、最終的には陽極8で捕獲される。尚、図中、符号60はブリーダ抵抗を示している。

10 【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、隣合うダイノード列相互間の漏れ電子によるクロストークが防止され、ダイノード列の独立性は非常に高いものとなる。従って、本発明によるリニアマルチアノード光電子増倍管又は電子増倍管を用いて複数の測定光又はエネルギー線を同時に検出する場合、各陽極からの出力は分離性がよく、高精度のものとなる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明による透過型のリニアマルチアノード光電子増倍管の一実施例を示す縦断面図である。

【図2】図1の光電子増倍管の平面図である。

【図3】図1の光電子増倍管で用いられるダイノード列の配置構成を示す斜視図である。

【図4】本発明による透過型のリニアマルチアノード光電子増倍管の別の実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明による透過型のリニアマルチアノード光電子増倍管の更に別の実施例を示す縦断面図である。

【図6】図5の光電子増倍管で用いられるダイノード列の配置構成を示す斜視図である。

30 【図7】本発明による反射型のリニアマルチアノード光電子増倍管の一実施例を示す縦断面図である。

【図8】本発明による反射型のリニアマルチアノード光電子増倍管の別の実施例を示す縦断面図である。

【図9】本発明によるリニアマルチアノード電子増倍管の一実施例を示す縦断面図である。

【図10】従来一般の透過型のリニアマルチアノード光電子増倍管を示す縦断面図である。

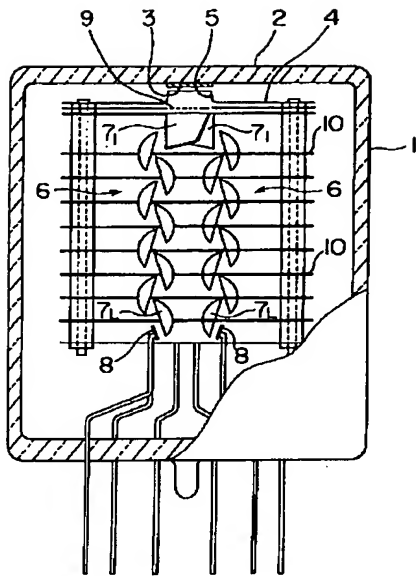
【図11】図10の光電子増倍管の平面図である。

40 【図12】図10の光電子増倍管で用いられるダイノード列の配置構成を示す斜視図である。

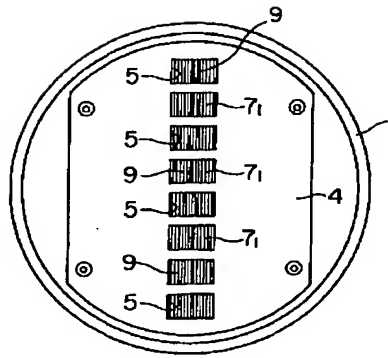
【符号の説明】

1…ガラスバルブ、2…入射窓、3…透過型光電面、4…集束電極、5…開口、6、16、26、36、46、56…ダイノード列、7、17、27、47、57…ダイノード、8…陽極、9…メッシュ電極、10…支持板、60…ブリーダ抵抗。

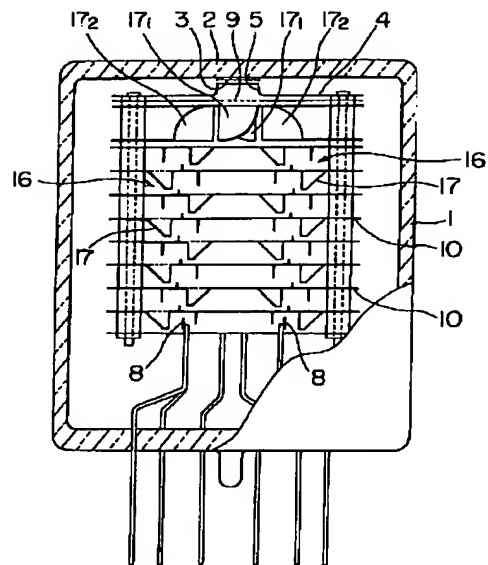
【図1】



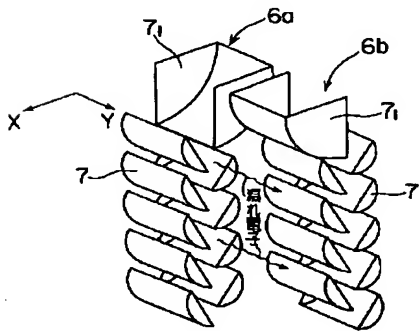
【図2】



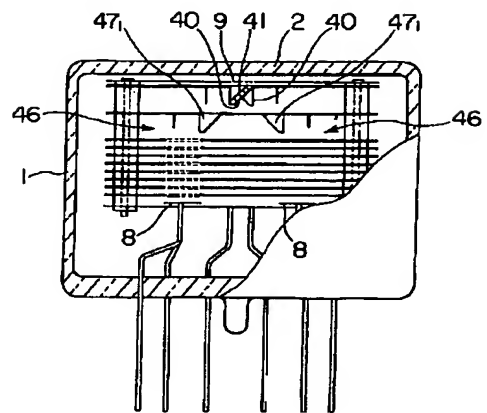
【図4】



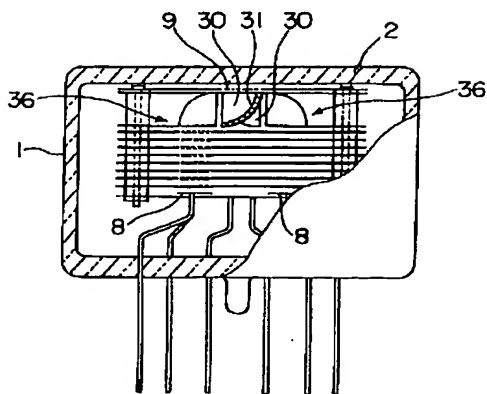
【図3】



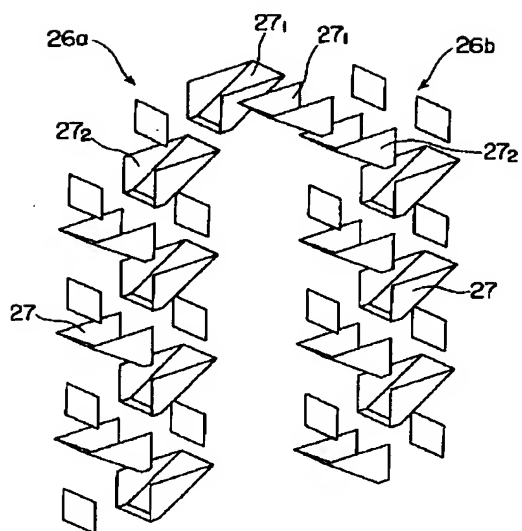
【図8】



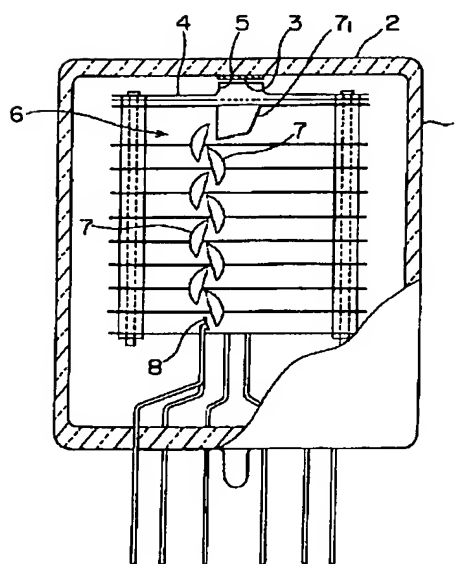
【図7】



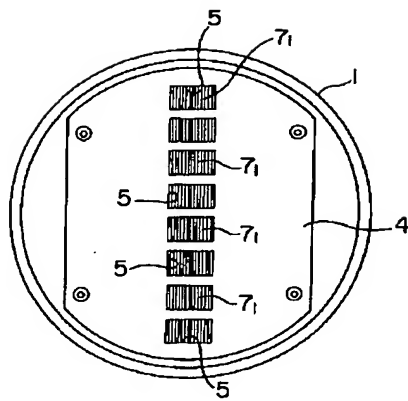
【図6】



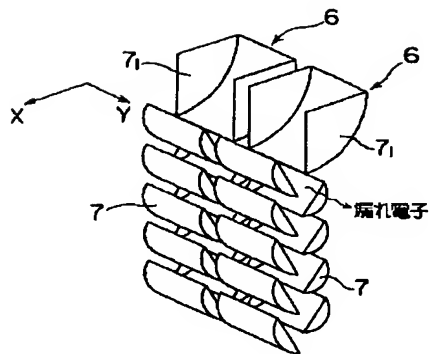
【圖 10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 内野 資夫
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 小沢 一夫
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 恩田 弘行
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The well-closed container of translucency with which a measuring beam has the entrance window by which incidence is carried out in an end side, and two or more transparency mold photoelectric surfaces formed by the one-dimensional array inside said entrance window, The dynode train arranged in the location where photoelectron incidence opening of the 1st step dynode counters each of said transparency mold photoelectric surface, In the photomultiplier tube equipped with the anode plate prepared corresponding to each of said dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of said dynode train should be captured The photomultiplier tube characterized by having arranged said dynode train so that the direction of secondary electron emission of said 1st step dynode of the ***** aforementioned dynode train may serve as reverse sense 180 degrees.

[Claim 2] Two or more reflective mold photoelectric surfaces where measuring beam incidence opening was arranged by the single dimension in the location which is arranged inside the well-closed container of translucency with which a measuring beam has the entrance window by which incidence is carried out in an end side, and said well-closed container, and counters said entrance window, The dynode train established corresponding to each of said reflective mold photoelectric surface, In the photomultiplier tube equipped with the anode plate prepared corresponding to each of said dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of said dynode train should be captured The photomultiplier tube characterized by having arranged said reflective mold photoelectric surface so that the direction of photoelectric emission of the ***** aforementioned reflective mold photoelectric surface may serve as reverse sense 180 degrees.

[Claim 3] Two or more dynode trains in which energy-line incidence opening of the 1st step dynode with which incidence of the energy lines, such as an electron and ion, is carried out was arranged by the single dimension, In an electron multiplier equipped with the anode plate prepared corresponding to each of said dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of said dynode train should be captured The electron multiplier characterized by having arranged said dynode train so that the direction of secondary electron emission of said 1st step dynode of the ***** aforementioned dynode train may serve as reverse sense 180 degrees.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the so-called linear multi-anode photomultiplier tube and the so-called electron multiplier with which the part by which incidence of the energy lines, such as two or more measuring beams or an electron, and ion, is carried out more to a detail was arranged by the single dimension about the photomultiplier tube or the electron multiplier which has the dynode train which carries out multiplication of the electron according to the secondary-electron-emission effectiveness.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 10 and drawing 11 show an example of the conventional linear multi-anode photomultiplier tube. This photo-multiplier is the head-on mold with which the entrance window 2 which receives a measuring beam was formed in the end side of the glass bulb 1. Inside the entrance window 2, the transparency mold photoelectric surface 3 for changing an incidence measuring beam into a photoelectron is formed by the one-dimensional array. Inside the glass bulb 1, the focusing electrode 4 of one sheet is arranged by parallel at an entrance window 2, and opening 5 is formed in the location which counters the photoelectric surface 3 of this focusing electrode 4 by the one-dimensional array. If two or more measuring beams carry out incidence to each photoelectric surface 3 and a photoelectron is generated, the photoelectron will be led to the dynode train 6 of a response through opening 5. The dynode train 6 in the photomultiplier tube of a graphic display is the so-called line focus mold, multiplication of the photoelectron is carried out by the secondary-electron-emission effectiveness of the dynode 7 of each stage, and the secondary electron by which multiplication was carried out is eventually captured as an output signal in an anode plate 8.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional photomultiplier tube which was mentioned above, all the dynode trains 6 are arranged in the same direction so that it may show clearly in drawing 12 . Namely, all the directions of secondary electron emission of the dynode 7 located in this stage are turned in the same direction (it is the direction of X at drawing 12). Moreover, between the dynodes 7 of each dynode train 6, in order to give an electrical-potential-difference difference, the gap is formed. For this reason, the gap formed in each dynode train 6 and the gap of the dynode train 6 which adjoins it serve as opposite relation mutually. Therefore, some secondary electron may leak out from between the dynodes 7 of each dynode train 6 in a longitudinal direction (it is the direction of Y at drawing 12), the leakage electron enters between the dynodes 7 of the adjoining dynode train 6, and the so-called cross talk (crosstalk) may be produced. This cross talk spoils the independence of each dynode train 6, and reduces the detection precision of a measuring beam.

[0004] Although the above-mentioned photomultiplier tube is a transparency mold which has the photoelectric surface inside an entrance window, there is a problem of a cross talk with the same said of the photomultiplier tube of a reflective mold. The photomultiplier tube of a reflective mold does not have the photoelectric surface inside an entrance window, but is equivalent to what permuted the 1st step dynode 71 (a subscript is a number of stages) of the dynode train 6 of the photomultiplier tube of drawing 10 by the photoelectric cathode which has the reflective mold photoelectric surface. Since all the dynode trains following photoelectric cathode were turned in the same direction, the cross talk had produced the conventional reflective mold photomultiplier tube like the above-mentioned transparency mold photomultiplier tube.

[0005] Moreover, with the photomultiplier tube of the above [arrangement of a dynode train], since the same is substantially said of the conventional linear multi-anode electron multiplier which carries out multiplication of the energy lines, such as an electron and ion, and detects them, it has the request of cross talk prevention.

[0006] Then, the object of this invention is to offer the photomultiplier tube and the electron multiplier of a linear multi-anode mold which can prevent the cross talk between dynode trains by the leakage electron.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Invention concerning claim 1 is applied to the linear multi-anode photomultiplier tube of a transparency mold. Namely, the well-closed container of translucency with which a measuring beam has the entrance window by which incidence is carried out in an end side, Two or more transparency mold photoelectric surfaces formed by the one-dimensional array inside the entrance window, and the dynode train arranged in the location where photoelectron incidence opening of the 1st step dynode counters each of the transparency mold photoelectric surface, In the photomultiplier tube equipped with the anode plate prepared corresponding to each of a dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of a dynode train should be captured It is characterized by having arranged the dynode train so that the direction of secondary electron emission of the 1st step dynode of a ***** dynode train may serve as reverse sense 180 degrees.

[0008] Moreover, the well-closed container of the translucency which has the entrance window to which invention concerning claim 2 is applied to the linear multi-anode photomultiplier tube of a reflective mold, and incidence of the measuring beam is carried out in an end side, Two or more reflective mold photoelectric surfaces where measuring beam incidence opening was arranged by the single dimension in the location which is arranged inside a well-closed container and counters an entrance window, In the photomultiplier tube equipped with the dynode train established corresponding to each of the reflective mold photoelectric surface, and the anode plate prepared corresponding to each of a dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of a dynode train should be captured It is characterized by having arranged the reflective mold photoelectric surface so that the direction of photoelectric emission of the ***** reflective mold photoelectric surface may serve as reverse sense 180 degrees.

[0009] Furthermore, two or more dynode trains in which energy-line incidence opening of the 1st step dynode with which, as for invention concerning claim 3, incidence of the energy lines, such as an electron and ion, is carried out was arranged by the single dimension, In an electron multiplier equipped with the anode plate prepared corresponding to each of a dynode train that the secondary electron from the last stage dynode of a dynode train should be captured It is characterized by having arranged the dynode train so that the direction of secondary electron emission of the 1st step dynode of a ***** dynode train may serve as reverse sense 180 degrees.

[0010]

[Function] In any [of invention according to claim 1 to 3] case, it is making the direction of secondary electron emission of the 1st step dynode, or the direction of photoelectric emission of the reflective mold photoelectric surface into an opposite direction 180 degrees with an adjoining thing, and each dynode train serves as fixed distance gap ***** from an adjoining dynode train. Therefore, even if some secondary electron leaks out from the gap of a certain dynode train, the interior of an adjoining dynode train is not entered. Thereby, the cross talk between dynode trains by the leakage electron is prevented, and the independence of each dynode train improves.

[0011]

[Example] Hereafter, the suitable example of this invention is explained to a detail with a drawing. In addition, it considers as the thing which were explained previously and for which the same sign is attached to conventionally the same as that of a configuration, or a considerable part.

[0012] Drawing 1 and drawing 2 show the transparency mold linear multi-anode photomultiplier tube of the suitable example according to this invention. In drawing, it is specifically a glass bulb and, as for the sign 1, the well-closed container of translucency and the entrance window 2 to which incidence of two or more measuring beams is carried out are formed in the end side. Inside each entrance window 2, two or more transparency mold photoelectric surfaces 3 are formed, and it is arranged by the single dimension, i.e., a single tier. Moreover, the dynode train 6 for receiving the photoelectron from the photoelectric surface 3 and carrying out multiplication of this according to the secondary-electron-emission effectiveness is formed 1 set at a time in the interior of the glass bulb 1 to each photoelectric surface 3. The 1st step dynode 71 of the dynode train 6 Photoelectron incidence opening counters the photoelectric surface 3, and is arranged, and, therefore, this also serves as an one-dimensional array. The focusing electrode 4 of one sheet is arranged between the photoelectric surface 3 and the dynode train 6, and the opening 5 which becomes an adjacent part with the inlet port of a photoelectron at photoelectron incidence opening of each dynode train 6 is formed. Last stage dynode 7L of each dynode train 6 The anode plate 8 for collecting the secondary electron by which outgoing radiation is carried out from there is arranged at anterior part. In addition, the inside of drawing and a sign 9 are the 1st step dynode 71, without making the photoelectron which is a mesh electrode and carried out incidence from the opening 5 of a focusing electrode 4 flow backwards. It is for guiding certainly inside.

[0013] The dynode train 6 used in this example is a type called a line focus mold, and has taken the same configuration

altogether. The dynode 7 in each dynode train 6 is arranged along the direction of incidence of a measuring beam at staggered arrangement, as the concave surface (secondary-electron-emission side) of the bow wall counters. Although the dynode 7 located in the same stage is supported by the conductive support plate 10 of one sheet and not being illustrated, the same electrical potential difference is impressed by bleeder resistance.

[0014] According to this invention, the adjoining dynode train 6 is turned to hard flow by turns. Namely, the 1st step dynode [in / so that it may show clearly in drawing 3 / dynode train 6a of 1] 71 The 1st step dynode 71 of dynode train 6b which adjoins the dynode train 6a when the direction of secondary electron emission is turned in the direction of X. Let the direction of secondary electron emission be an opposite direction (the direction of -X) 180 degrees. By considering as such arrangement, from adjoining dynode train 6b, dynode train 6a will keep a fixed distance in the direction of X, and will be arranged. This arrangement is the same about other dynode trains 6.

[0015] Next, an operation of the photomultiplier tube of this invention is explained in the above-mentioned configuration.

[0016] If two or more measuring beams carry out incidence to the entrance window 2 of the glass bulb 1, each measuring beam will be changed into a photoelectron by the photoelectric surface 3 of a response. This photoelectron passes along the opening 5 of a focusing electrode 4, and is the 1st step dynode 71 of the dynode train 6 of a response. Incidence is carried out and secondary electron is emitted by colliding with that secondary-electron-emission side. Multiplication of this secondary electron is further carried out one by one by the dynode 7 after the 2nd step, it is collected eventually in an anode plate 8, and is outputted to the exterior of the photomultiplier tube as an output signal.

[0017] If it sees about dynode train 6a in drawing 3 here, while secondary electron spreads the inside of dynode train 6a, a part of the secondary electron may leak out in a longitudinal direction (drawing 3 the direction of Y) from the gap between dynodes 7. However, since dynode train 6b which adjoins this dynode train 6a is the physical relationship shifted in the direction of X and the gap between dynodes 7 is also distantly separated from the thing of dynode train 6a, the leakage electron from dynode train 6a does not mix in adjoining dynode train 6b, and generating of a cross talk is prevented. Therefore, the separability of each dynode train 6 and an independence are extremely excellent, and the detection result of the measuring beam which carried out incidence to each photoelectric surface 3 becomes the thing which has a high precision and which has not been influenced by other measuring beams.

[0018] The following table 1 expresses the cross talk incidence rate of the six-channel photomultiplier tube of a configuration conventionally which is shown in drawing 10 and drawing 11 .

[0019]

[A table 1]

表 1

出力 チャンネル 測定光入射 チャンネル	1 CH	2 CH	3 CH	4 CH	5 CH	6 CH
1 CH	—	0.21%				
2 CH	0.24%	—	0.22%			
3 CH		0.24%	—	0.22%		
4 CH			0.27%	—	0.20%	
5 CH				0.24%	—	0.39%
6 CH					0.17%	—

[0020] Moreover, a table 2 expresses the cross talk incidence rate of the thing and isomorphism-type six-channel photomultiplier tube shown in drawing 1 and drawing 2 .

[0021]

[A table 2]

表 2

出力 チャンネル 測定光入射 チャンネル	1 CH	2 CH	3 CH	4 CH	5 CH	6 CH
1 CH		0.04%				
2 CH	0.09%		0.03%			
3 CH		0.10%		0.07%		
4 CH			0.04%		0.03%	
5 CH				0.05%		0.08%
6 CH					0.02%	

[0022] These table 1 and a table 2 show that a cross talk decreases substantially by taking the configuration of this invention.

[0023] Although the dynode train 6 used for the photomultiplier tube of the above-mentioned example is a line focus mold, this invention is not restricted to this. For example, for the dynode train 16 in the photomultiplier tube of drawing 4, the 1st step and the 2nd step are the dynode 171 of four semi-cylindrical shapes, and 172. It uses and has become a Venetian blind mold after the 3rd step. Since other components are the same as that of the above-mentioned example, the same sign is attached and the explanation is omitted. The location has shifted and a lateral leakage electron does not mix the ***** dynode train 16 in the adjoining dynode train 16 so that clearly from drawing 4.

[0024] Moreover, drawing 5 shows the photomultiplier tube by this invention for which the whole page used the dynode train 26 of a Venetian blind mold. Unlike the case of the above-mentioned example, this dynode train 26 is the 2nd step dynode 272 so that it may show clearly in drawing 6. The direction of secondary electron emission is also the 1st step dynode 271. It is supposed that it is the same as the direction of secondary electron emission. Therefore, the mixing prevention effectiveness of distance of the direction of X between ***** dynode train 26a and 26b of breadth and a leakage electron is improving further.

[0025] All the above-mentioned various examples are related with the transparency mold photomultiplier tube. However, this invention is applicable also about the reflective mold photomultiplier tube.

[0026] Drawing 7 shows one example of the reflective mold photomultiplier tube with which this invention was applied. Although the fundamental configuration of this photo-multiplier is approximated with the transparency mold photo-multiplier, inside the entrance window 2 of the glass bulb 1, it does not have the photoelectric surface, and there is also no focusing electrode. In drawing 7, a sign 30 is the photoelectric cathode of four semi-cylindrical shapes, and the reflective mold photoelectric surface 31 is formed in the concave surface. The measuring beam which carried out incidence from the entrance window 2 emits a photoelectron in the photoelectric surface 31 of photoelectric cathode 30, after passing the mesh electrode 9. This photoelectron is led to the contiguity mesh mold dynode train 36, and multiplication is carried out by the secondary-electron-emission effectiveness, and it is captured in an anode plate 8.

[0027] Although measuring beam incidence opening of photoelectric cathode 31 is arranged by the single dimension, the direction of photoelectric emission serves as reverse sense 180 degrees with the adjoining thing. Therefore, the dynode train 36 following photoelectric cathode 30 serves as reverse sense the adjoining dynode train 36 and by turns, and the cross talk between dynode train 36 is prevented like the above-mentioned transparency mold photomultiplier tube.

[0028] There are various types also in this reflective mold photomultiplier tube, and drawing 8 is that example. The photoelectric cathode 40 which has the reflective mold photoelectric surface 41 in the photomultiplier tube of drawing 8, and the 1st step dynode 471 of the dynode train 46 It is a Venetian blind mold and has become a contiguity mesh mold after the 2nd step of the dynode train 46. I will be understood easily from drawing by that the direction of photoelectric emission of the photoelectric surface 41 of photoelectric cathode 40 is made into the reverse sense 180 degrees with an adjoining thing, and the location of the ***** dynode train 46 is shifted.

[0029] Drawing 9 shows the linear multi-anode electron multiplier for detecting energy lines, such as an electron and ion. An electron multiplier is equivalent to what removed a glass bulb, the photoelectric surface, and a focusing electrode 4 from the transparency mold photo-multiplier. The electron multiplier in a graphic display example is two or more preparations and its 1st step dynode 571 about the so-called box type of dynode train 56. Energy-line incidence opening is arranged by the single dimension. It can apply also to such an electron multiplier and this invention is the 1st step dynode 571 of each dynode train 56. The direction of secondary electron emission is the 1st step dynode 571 of the adjoining dynode train 56. It considers as the reverse sense 180 degrees. Therefore, each 1st step dynode 571 When energy lines, such as an electron, carry out incidence to energy-line incidence opening, the electron leaked from the gap between dynodes 57 does not mix in the adjoining dynode train 56 completely like an operation in the part of the dynode train 6 of the above-mentioned photomultiplier tube. The electron by which multiplication was carried out in the inside of the dynode train 56 is captured eventually in an anode plate 8. In addition, the sign 60 shows bleeder resistance among drawing.

[0030]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the cross talk by the leakage electron between ***** dynode trains is prevented, and the independence of a dynode train will become very high. Therefore, when detecting simultaneously two or more measuring beams or energy lines using the linear multi-anode photomultiplier tube or the electron multiplier by this invention, the output from each anode plate has good separability, and it becomes the thing of high degree of accuracy.

[Translation done.]

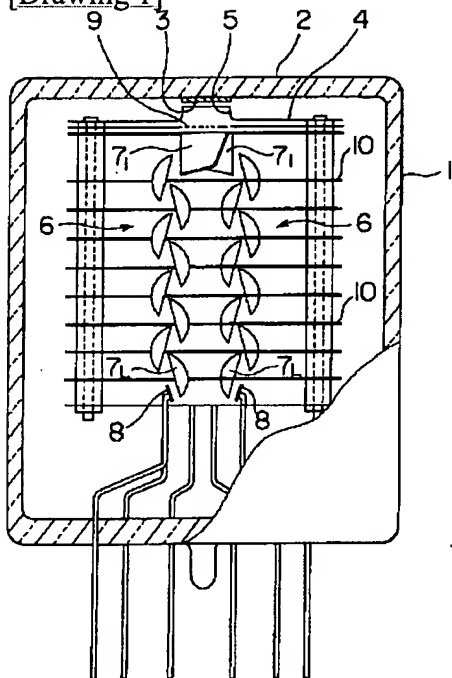
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

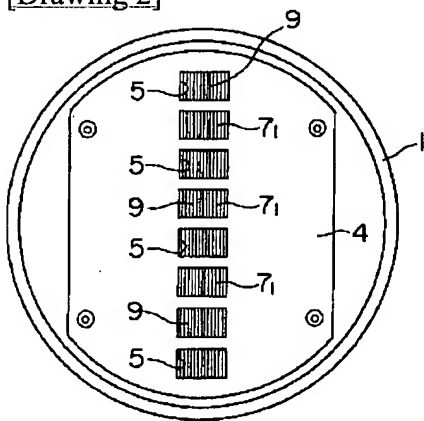
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

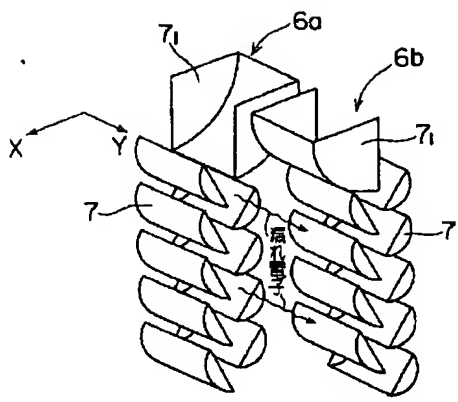
[Drawing 1]



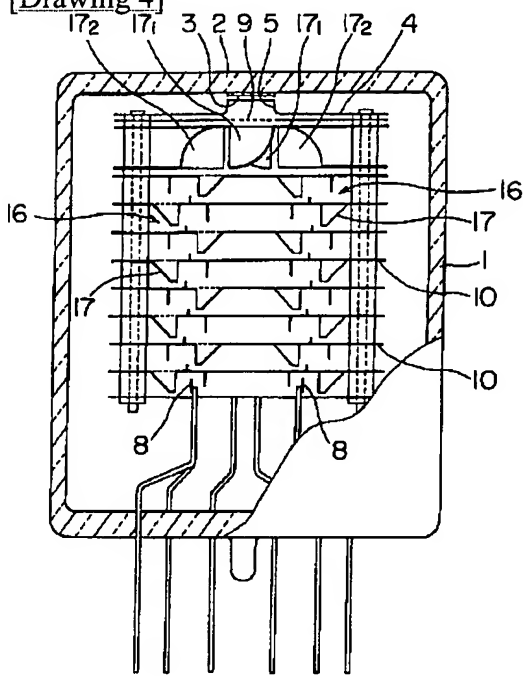
[Drawing 2]



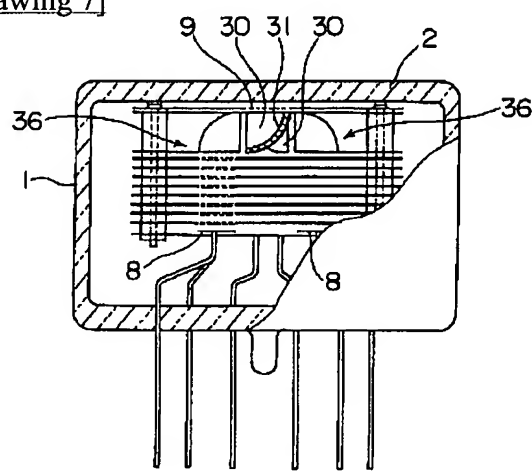
[Drawing 3]



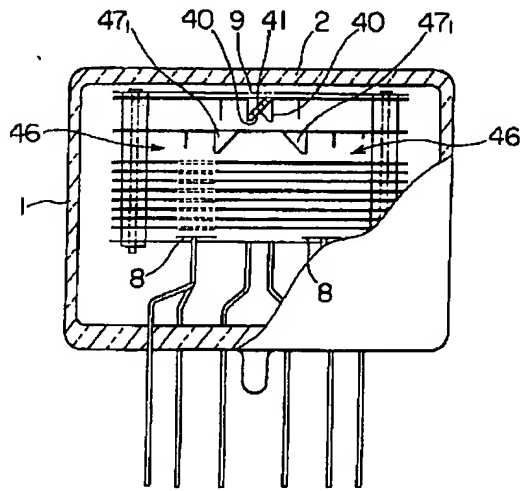
[Drawing 4]



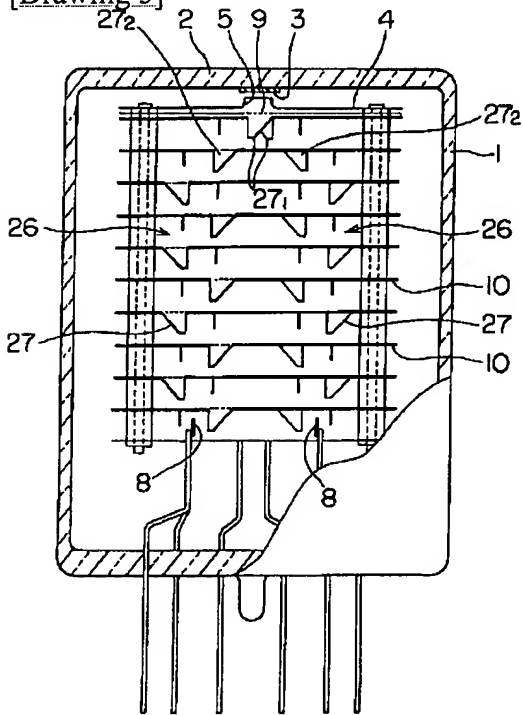
[Drawing 7]



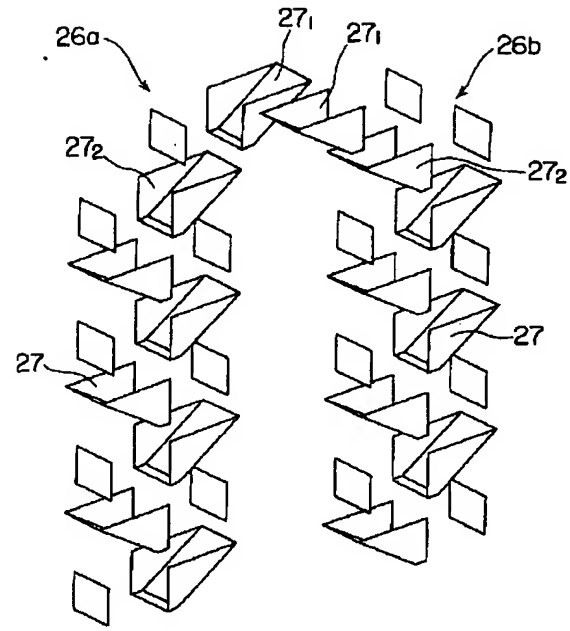
[Drawing 8]



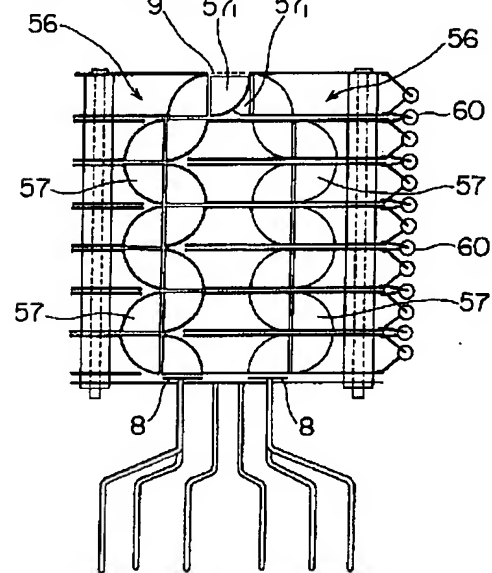
[Drawing 5]



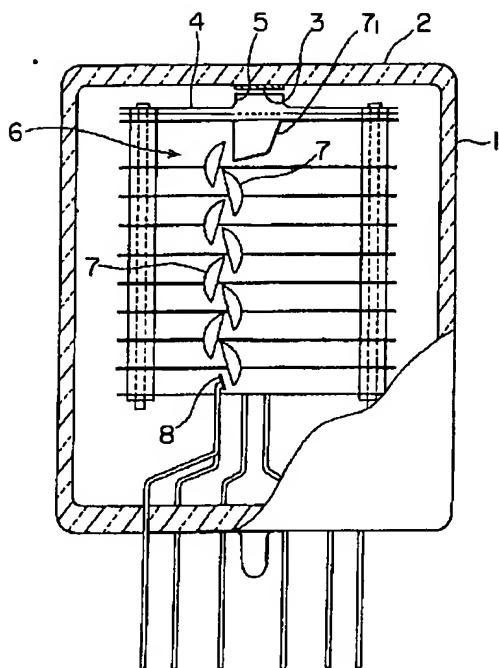
[Drawing 6]



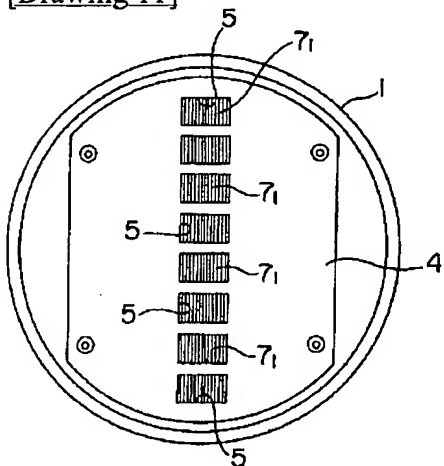
[Drawing 9]



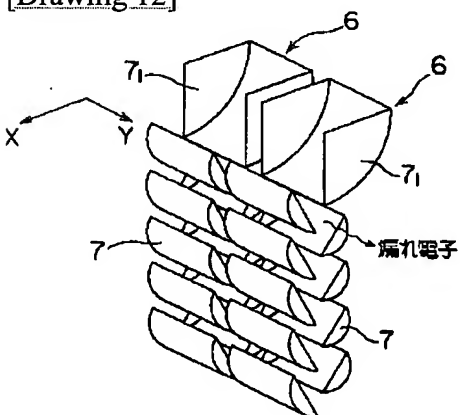
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]